

УДК 636.13.061

**ОСОБЕННОСТИ БИОМЕХАНИКИ ПРЫЖКА И ИХ СВЯЗЬ С ЭКСТЕРЬЕРНО-КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИЗНАКАМИ ЛОШАДЕЙ ВЕРХОВЫХ ПОРОД****А. Н. РУДАК, М. А. ГОРБУКОВ, Ю. И. ГЕРМАН***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163**(Поступила в редакцию 16.09.2019)*

*Определена взаимосвязь морфометрических признаков молодняка лошадей верховых пород с его прыжковыми качествами, что позволит использовать указанные данные при отборе для дальнейшего целенаправленного тренинга в конкурном направлении (положительно коррелируют с оценкой за прыжок такие признаки, как обхват пясти, длина голени, длина плюсны, индекс массивности, индекс костистости). Установлено, что наибольшее значение для успешного прыжка спортивной лошади имеют фаза группировки и отталкивания. Из экстерьерно-конституциональных показателей наиболее информативными оказались те из них, которые характеризуют положение головы и шеи относительно туловища, степень сгибания передних конечностей в фазе отталкивания, а также степень сгибания коленного и скакательного суставов в фазах полета и приземления. Анализ корреляционной связи между углами конечностей показал, что в фазе отталкивания угол локтевого сустава имеет слабую отрицательную зависимость от угловых величин грудной конечности. Небольшая положительная корреляция отмечается между углом плече-лопаточного сустава и запястного сустава ( $r=0,132$ ), а также углом холки ( $r=0,153$ ). Приведённые материалы доказывают, что характер перегруппировки основных звеньев опорно-двигательного аппарата у лошадей строго индивидуален и особенности его ярко проявляются в прыжках максимальной сложности.*

**Ключевые слова:** лошади верховых пород, стати экстерьера, индексы телосложения, прыжковые качества, морфометрические признаки, корреляция.

*We have determined the interrelation of morphometric features of young horses of riding breeds with their hopping qualities, which will allow using these data during selection for further targeted training in a competitive direction (such signs as metacarpus circumference, tibia length, metatarsal length, massiveness index, and bone index are positively correlated with the mark for jump). It has been established that the phase of grouping and repulsion is of the greatest importance for a successful jump of a sports horse. Of the exterior constitutional indicators, the most informative ones were those that characterize the position of the head and neck relative to the trunk, the degree of flexion of the forelimbs in the repulsion phase, and the degree of flexion of the knee and hock joints in the phases of flight and landing. Analysis of the correlation between the angles of the limbs showed that in the repulsion phase, the angle of the elbow joint has a weak negative dependence on the angular values of the chest limb. A slight positive correlation is observed between the angle of the shoulder-scapular joint and wrist joint ( $r = 0.132$ ), as well as the angle of the withers ( $r = 0.153$ ). The above materials prove that the nature of the rearrangement of the main links of the musculoskeletal system in horses is strictly individual and its features are clearly manifested in jumps of maximum complexity.*

**Key words:** riding horses, exterior stats, body indices, hopping qualities, morphometric features, correlation.

**Введение**

Возрастающая с каждым годом популярность конного спорта во всех странах мира требует обстоятельного изучения экстерьерных особенностей спортивных лошадей, предназначенных для различных дисциплин, с целью повышения эффективности выступлений и научного решения вопроса об их воспроизводстве. В то время как в странах западной Европы давно ведутся научные

приземлении. Прыжковые качества характеризуются двумя компонентами: силой (мощностью) прыжка, оцениваемой по высоте преодолеваемого препятствия, которая определяется уровнем подъема конечностей и положением ног при переносе их над высшей точкой барьера и стилем (техникой) прыжка [3, 4].

В. Н. Дорофеев установил высокую эффективность техники прыжка у лошадей, прыгавших без всадника, и выделил 4 его фазы: группировка, отталкивание, полет, приземление. Он отмечал, что данная фазовая структура повторяется у всех лошадей независимо от возраста, пола и породы [2].

Таким образом, основные элементы прыжка спортивной лошади достаточно четко обозначены, однако отсутствуют сведения о признаках, характеризующих его особенности.

Исходя из указанного, установление признаков, характеризующих особенности биомеханики прыжка лошадей верховых пород являлось целью наших исследований.

### **Основная часть**

Исследования проводили в Учреждении «РЦОПКС и К» Минского района на лошадях траккененской, ганноверской и других верховых пород. Для изучения биомеханических характеристик движения в прыжке на суставы лошади наносили ориентировочные точки, указывающие на оси вращения различных участков движущих лучей.

Для фотосъемки использовалась цифровая фотокамера Nikon марки B500, optical zoom 40x, 16.0 mega pixels. Фотокамера размещалась на высоте 130 см от уровня земли и на расстоянии 15 метров от линии движения лошади. Видеосъемка прыжка проводилась в шпринтгартене в условиях полной свободы без всадника, каждая лошадь преодолевала одно и то же препятствие – параллельные брусья высотой 120 см. Прыжковые качества оценивались по 10-балльной системе, поведение и темперамент – по двигательным характеристикам: как движется лошадь на препятствие – резво или вяло, охотно или неохотно, подходит к человеку после прыжка или нет.

Цифровые фотографии прыжка в режиме стоп-кадр обрабатывались специальной компьютерной программой, позволяющей измерять углы сочленения конечностей на экране монитора компьютера.

Показатели угловых величин определялись в четырех фазах прыжка: группировка (подведение задних конечностей к передним в точку отталкивания); отталкивание (момент подъема лошади под углом к препятствию); полет (момент прохождения условного центра тяжести лошади через середину препятствия); приземление. Были измерены углы суставов грудной конечности: плечо-лопатка, плечо-подплечье, подплечье-пясть; тазовой конечности: бедро-голень, голень-плюсна. Для определения влияния экстерьерных особенностей на прыжковые качества и выявления наиболее желательных морфометрических признаков определили промеры, индексы телосложения, величины суставных углов у молодняка лошадей верховых пород, участвовавшего в заводских испытаниях. Полученные цифровые данные обработаны с использованием программного обеспечения MSExcel 2007. По результатам анализа проведенных заводских испытаний установлено, что средняя оценка прыжковых качеств у жеребчиков составила 6,68 балла, у кобылок – 7,51 балла. Наиболее высокие оценки жеребчики и кобылки получили за темперамент – 6,85 и 7,68 балла соответственно.

Для установления влияния основных морфометрических признаков на прыжковые качества исследовали взаимосвязь промеров лошадей с оценкой за указанные показатели на основе расчета коэффициентов фенотипической корреляции между исследованными промерами, индексами телосложения и оценкой стиля прыжка, потенциала и темперамента (табл.1).

**Таблица 1. Взаимосвязь морфометрических признаков с оценкой прыжковых качеств молодняка лошадей верховых пород**

Коррелируемые признаки	Оценка за прыжковые качества		
	жеребчики (n=12)	кобылки (n=14)	весь молодняк (n=26)
Высота в холке	-0,196	-0,014	-0,263
Косая длина туловища	0,362	-0,314	-0,052
Обхват груди	0,005	-0,090	-0,009
Ширина груди	-0,298	0,110	-0,138
Обхват пясти	0,333	0,082	0,015
Длина шеи	-0,214	0,080	-0,250
Длина лопатки	0,243	-0,441	-0,147
Длина плеча	0,125	-0,332	-0,144
Длина предплечья	0,098	-0,069	-0,136
Длина пясти	0,004	-0,040	-0,007
Длина крупа	0,028	0,143	-0,110
Ширина крупа	-0,120	-0,290	-0,004
Длина голени	0,475	0,238	0,140
Длина плюсны	0,406	0,284	0,121

Длина бедра	0,151	-0,232	-0,122
Индекс формата	0,252	-0,422	0,085
Индекс массивности	0,262	-0,101	0,254
Индекс костистости	0,417	0,127	0,182

Установлена взаимосвязь статей экстерьера с прыжковыми качествами молодняка лошадей верховых пород. У жеребчиков положительно коррелируют с оценкой за прыжок такие признаки, как косая длина туловища ( $r=0,362$ ), обхват пясти ( $r=0,333$ ), длина голени ( $r=0,475$ ), длина плюсны ( $r=0,406$ ). У кобылок отрицательно коррелируют с оценкой прыжковых качеств косая длина туловища ( $r= -0,314$ ), длина лопатки ( $r= -0,441$ ), длина плеча ( $r= -0,332$ ), небольшая положительная связь наблюдается с такими промерами, как длина крупа ( $r=0,143$ ), длина голени ( $r=0,238$ ) и длина плюсны ( $r=0,284$ ).

Взаимосвязь индексов телосложения у исследованного молодняка с оценкой их за прыжковые качества оказалась следующей: у жеребчиков отмечена положительная корреляция данной оценки с индексом формата ( $r=0,252$ ), индексом массивности ( $r= -0,262$ ) и индексом костистости ( $r=0,417$ ).

У кобылок указанные корреляции оказались в основном отрицательными, кроме показателей оценки за прыжковые качества с индексом костистости, которая была положительной ( $r=0,127$ ). Таким образом, можно сделать вывод, что при отборе молодых лошадей в конкур следует отдавать предпочтение лошадям квадратного формата с хорошо развитым костяком (индекс формата у жеребчиков составил  $99,6\pm 0,76\%$ , у кобылок –  $100,23\pm 0,57\%$ ; индекс костистости у жеребчиков –  $12,96\pm 0,14\%$ , у кобылок –  $12,8\pm 0,12\%$ ).

Установлено, что биомеханические показатели прыжка характеризуются величинами основных показателей гибкости лошадей. Наиболее информативными из них являются углы сочленений отдельных статей экстерьера в четырех фазах прыжка, особенно вертикальные перемещения головы и шеи в фазе отталкивания и полета.

Выявлено, что фаза отталкивания имеет важнейшее значение в формировании успешного прыжка, так как именно на этом этапе определяется траектория полета лошади. Показателем его эффективности в данной фазе может служить угол между большой берцовой и плюсневой костью (скакательный сустав), размер которого способствует формированию реактивной силы опорной толчковой ноги, которая ведет к изменению направления движения с прямолинейного на криволинейное под углом к горизонту. Мышцы-разгибатели этого сустава выполняют роль разжатой пружины, что обеспечивает эффективность последующего отталкивания.

Определено, что положение головы и шеи лошади относительно туловища в течение прыжка многократно меняются. При подходе к препятствию голова и шея лошади постепенно опускаются вниз. Угол холки между линиями спины и шеи уменьшается с  $186,0\pm 1,72^\circ$  до  $158,7\pm 1,85^\circ$  (фаза группировки-фаза отталкивания). Во время фазы полета при преодолении максимальной высоты угол холки у исследуемого молодняка в среднем составил  $169,5\pm 1,56^\circ$ . Шейный угол (линия головы-линия шеи) начиная с фазы группировки постепенно увеличивался с  $89,8\pm 1,56^\circ$  до  $114,3\pm 1,68^\circ$  в фазе полета, а затем уменьшается на  $5-10^\circ$ . В фазе полета голова и шея лошади двигаются параллельно горизонтали. Угол холки у молодняка в фазе полета составляет в среднем  $169,5\pm 1,56^\circ$ , а в момент приземления передних конечностей (фаза приземления) увеличивается до  $226,3\pm 1,67^\circ$ . Чем выше активность движений шеи, тем интенсивнее ее координирующее действие на центр тяжести и на соответствующие звенья опорно-двигательного аппарата.

Аналитические результаты литературных данных и результаты собственных исследований свидетельствуют о том, что в фазе отталкивания важнейшим показателем, характеризующим уровень технической подготовки лошади, является степень сгибания передних конечностей, которые образуют соответствующие углы: плече-лопаточный (кость лопатки-плечо), локтевой (кости плеча-предплечья), запястный (кости предплечья-пять). Из углов грудной конечности наиболее открытыми в фазе группировки являются углы лопатки и предплечья (плече-лопаточный угол составляет у молодняка  $88,9\pm 0,66^\circ$ ), плеча ( $40,7\pm 1,55^\circ$ ) и пясти ( $81,6\pm 2,57^\circ$ ) в фазе полета. В фазе отталкивания пята считается недостаточно согнутой, если угол составляет больше  $45^\circ$ . У исследуемого молодняка угол запястного сустава в фазе отталкивания составил в среднем  $63,3\pm 2,49^\circ$ . Это свидетельствует том, что молодые лошади недостаточно подбирают передние конечности под корпус, что ведет к повалам и зацепам препятствий.

Оказалось, что в фазах полета и приземления решающую роль в осуществлении рационального, техничного прыжка играет степень сгибания задних конечностей. Коленный угол (кости бедра-голень) у молодняка с фазы группировки до фазы приземления уменьшался со  $105,4\pm 2,13^\circ$  до  $42,1\pm 1,51^\circ$ . Наиболее открытым он был в фазе группировки, наиболее закрытым в фазе приземления. Данная перегруппировка вызывает изменение величины углов, отражающих

интенсивность сгибания задних ног – угол скакательного сустава сначала увеличился (с  $105,4 \pm 2,13^\circ$  до  $150,8 \pm 1,33^\circ$  – эффект разжатой пружины), а затем уменьшился до  $88,9 \pm 1,12^\circ$ , что связано с перемещением задних конечностей над препятствием. Угол скакательного сустава у всех лошадей в фазе полёта был относительно открытым и составил  $89,9 \pm 3,01^\circ$ .

Приведённые данные показывают, что характер перегруппировки основных звеньев опорно-двигательного аппарата у лошадей строго индивидуален и особенности его ярко проявляются в прыжках максимальной сложности. Важнейшим условием проявления гибкости, силовых качеств и индивидуальных особенностей лошади является полная свобода движений её головы и шеи.

Величина основных показателей гибкости молодняка верховых лошадей в различных фазах прыжка представлена в табл. 2.

Таблица 2. Величина основных показателей гибкости у молодняка лошадей верховых пород, град.

Показатели	Данные В. Н. Дорофеева, (1995)	Группы молодняка		
		жеребчики (n=10)	кобылки (n=12)	все (n=22)
Угол затылка	119	$116,9 \pm 2,88$	$112,1 \pm 1,79$	$114,3 \pm 1,68$
Угол холки	168	$170,0 \pm 2,54$	$169,07 \pm 2,03$	$169,5 \pm 1,56$
Угол локтевого сустава	48,9	$39,7 \pm 2,07$	$41,5 \pm 2,31$	$40,7 \pm 1,55$
Угол запястного сустава	70,3	$74,4 \pm 3,97$	$87,6 \pm 2,28$	$81,6 \pm 2,57$
Угол скакательного сустава	более 90	$90,8 \pm 5,23$	$91,0 \pm 2,92$	$90,9 \pm 2,79$

Выявлено, что исследуемый молодняк характеризуется небольшими отклонениями углов затылка от данных В. Н. Дорофеева (1995), полученных на молодняке траккененской породы этой же организации. Разница составила в среднем  $4,7^\circ$ . Оценивая особенности сгибания передних конечностей в запястном суставе в фазе полета, следует отметить, что исследуемый молодняк имеет больший угол, чем это необходимо ( $70,3^\circ$ ). Его величина составляет в среднем  $81,6 \pm 2,57^\circ$ . Локтевой сустав у лошадей был относительно более согнутым, а образуемый угол достигал  $40,7 \pm 1,55^\circ$ . Разница по сравнению с данными В. Дорофеева составила  $8,2^\circ$ . Угол скакательного сустава у лошадей в фазе полёта был раскрыт максимально – более  $90^\circ$  и в среднем составил  $90,9 \pm 2,79^\circ$ .

Анализ корреляционной связи между углами конечностей (табл. 3) показал, что в фазе отталкивания угол плече-лопаточного сустава имеет связь с угловыми величинами грудной конечности. Небольшая положительная корреляция отмечается между углом плече-лопаточного сустава и запястного сустава ( $r=0,132$ ), а также углом холки ( $r=0,153$ ). Наиболее высокой положительная корреляция была между шейным углом и углом запястного сустава ( $r=0,234$ ), отрицательная – между углом локтевого сустава и углом запястного сустава, что свидетельствует о значимости выноса пясти в фазе полёта и подтверждает данные В. Н. Дорофеева (1995).

Таблица 3. Корреляция между углами конечностей молодняка лошадей верховых пород (n=22) в фазе отталкивания

Показатели	Коэффициент корреляции
Угол плече-лопаточного сустава × угол локтевого сустава	-0,112
Угол локтевого сустава × угол запястного сустава	-0,282
Угол плече-лопаточного сустава × угол запястного сустава	0,132
Шейный угол × угол плече-лопаточного сустава	-0,274
Шейный угол × угол локтевого сустава	-0,043
Шейный угол × угол запястного сустава	0,234
Угол холки × угол запястного сустава	-0,215
Угол холки × угол плече-лопаточного сустава	0,153

### Закключение

Таким образом, проведенная всесторонняя оценка прыжковых качеств молодняка лошадей верховых пород позволила установить следующее:

1. Определена взаимосвязь экстерьерно-конституциональных и морфометрических признаков молодняка верховых пород с его прыжковыми качествами, что позволит использовать указанные данные при отборе лошадей для дальнейшего целенаправленного тренинга в конкурном направлении (положительно коррелируют с оценкой за прыжок такие признаки, как обхват пясти, длина голени, длина плюсны, индекс массивности, индекс костистости).

2. Установлено, что наибольшее значение для успешного прыжка спортивной лошади имеют фаза группировки и отталкивания. Из биомеханических показателей наиболее информативными оказались те из них, которые характеризуют положение головы и шеи относительно туловища, степень сгибания передних конечностей в фазе отталкивания, а также степень сгибания коленного и скакательного суставов в фазах полета и приземления.

3. Анализ корреляционной связи между углами конечностей показал, что в фазе отталкивания угол локтевого сустава имеет слабую отрицательную зависимость от угловых величин грудной конечности. Небольшая положительная корреляция отмечается между углом плече-лопаточного сустава и запястного сустава ( $r=0,132$ ), а также углом холки ( $r=0,153$ ).

4. Приведённые материалы доказывают, что характер перегруппировки основных звеньев опорно-двигательного аппарата у лошадей строго индивидуален и особенности его ярко проявляются в прыжках максимальной сложности. Важнейшим условием проявления гибкости, силовых качеств и индивидуальных особенностей лошади является полная свобода движений её головы и шеи.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Горбовская, Т. Биомеханика прыжка помесей орловской рысистой породы / Т. Горбовская // Аграрный вестник Урала. – №10(64). – 2009. – С. 54–56.

2. Дорофеев, В. Н. Технология тренинга и испытаний молодняка верховых пород лошадей спортивного направления: автореф. дисс. ...д-ра с.-х. н. / В. Н. Дорофеев. – М.: 1995. – 34 с.

3. Корюгина, И. А. Связь экстерьерных показателей и работоспособности у лошадей спортивных пород в ЗАО «Конный завод Георгенбург» / И. А. Корюгина, Ю. В. Тарасова, Н. В. Трушина // Коневодство и конный спорт. – № 2. – 2011. – С. 9–10.

4. Полковникова, В. И. Особенности прыжковых качеств верховых спортивных лошадей / В. И. Полковникова, Е. М. Зорина // Зоотехния. – № 4. – 2015. – С. 140–143.

5. Fercher, C. The Biomechanics of Movement of Horses Engaged in Jumping Over Different Obstacles in Competition and Training / C. Fercher // Journal of Equine Veterinary Science. – № 49. – 2016.